



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 478 025 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 91202112.8

51 Int. Cl. 5: **F02F 7/00, C22C 23/00,  
C22C 32/00**

22 Anmeldetag: 19.08.91

30 Priorität: 22.09.90 DE 4030094  
27.07.91 DE 4125014

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
01.04.92 Patentblatt 92/14

54 Benannte Vertragsstaaten:  
AT DE ES FR GB IT SE

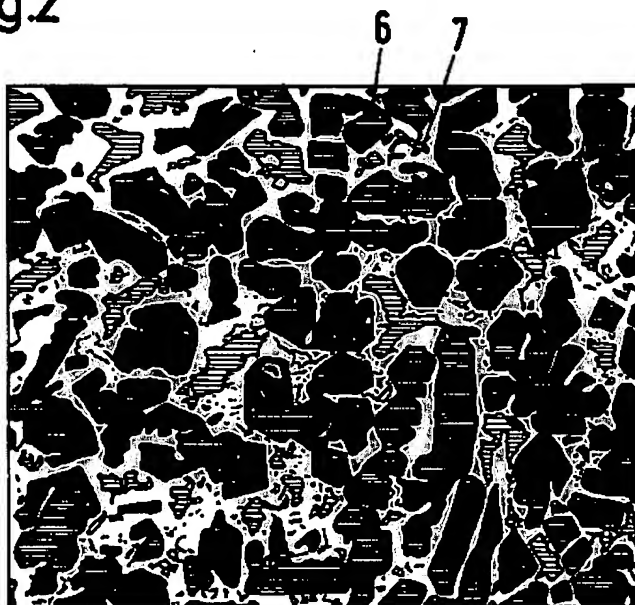
71 Anmelder: METALLGESELLSCHAFT  
Aktiengesellschaft  
Reuterweg 14  
W-6000 Frankfurt am Main(DE)

72 Erfinder: Schmid, Eberhard E., Dr.  
Iglauer Strasse 2e  
W-8755 Alzenau(DE)  
Erfinder: Nelte, Günter, Dr.  
Martinusstrasse 9  
W-6350 Bad Nauheim(DE)  
Erfinder: Mielke, Siegfried, Dr.  
Leipziger Strasse 111  
W-7107 Neckarsulm(DE)  
Erfinder: Henning, Wolfgang, Dr.  
Hügelstrasse 6  
W-7104 Obersulm 3(DE)

54 Bauteile für Motoren und Fahrzeuge.

57 Zur Verbesserung der mechanisch-technologischen Eigenschaften ist in aus Magnesium bzw. Magnesiumlegierung gegossenen Bauteilen für Motoren und Fahrzeuge in der Matrix feinlamellares und massives Silizid eingebettet.

Fig.2



EP 0 478 025 A1

Die Erfindung betrifft Bauteile für Motoren und Fahrzeuge, insbesondere Kolben, Zylinder, Zylinderköpfe, Zylinderblöcke und Getriebegehäuse für Verbrennungsmotoren oder Kompressoren, die aus Magnesium bzw. Magnesiumlegierung durch Niederdruck-, Druck- oder Preßgießen hergestellt sind.

Das Streben nach verbrauchsgünstigen, geräusch- und vibrationsarmen Motoren und Fahrzeugen führt zu hohen Anforderungen an deren Bauteile. Von den für diesen Zweck sich anbietenden Möglichkeiten ist u.a. die Verkleinerung der effektiven Bauteilmasse von Bedeutung, da sie eine weitere sekundäre Gewichtsreduzierung bei Motoren und Fahrzeugen bietet und damit über ein niedrigeres Motor- und Fahrzeuggewicht zu weiteren Verbrauchseinsparungen führt. Die reduzierte Bauteilmasse regt die Motoren zu weniger Schwingungen an und bewirkt ein günstigeres akustisches schwingungstechnisches Verhalten und erhöht damit den Komfort.

So hat z.B. die neben der eine deutliche Verringerung der Kolbenmasse in den Bereichen Bolzennaben, Ringfeld und Kolbenboden hervorruhenden Reduzierung der Kompressionshöhe des Kolbens und einer Verkürzung des Kolbenschafts vergleichsweise geringe Dichte von Magnesium bzw. Magnesiumlegierungen immer einen Anreiz zum probeweisen Einsatz von daraus hergestellten Kolben in Verbrennungsmotoren gegeben, um durch den relativ leichteren Kolben die schwingenden Massen des Verbrennungsmotors zu verringern und die Lagerdrücke zu erniedrigen. Magnesiumwerkstoffe weisen gegenüber den üblicherweise für die Herstellung von Leichtmetallkolben für Verbrennungsmotoren verwendeten Aluminium-Silizium-Legierungen ganz beträchtliche Nachteile auf. Infolge der unzureichenden Verschleißfestigkeit gegenüber den beim An- und Einlaufen sowie Notlaufen im Motorbetrieb auftretenden Mischreibungszuständen ist die Lebensdauer von aus Magnesiumwerkstoffen gefertigten Kolben verhältnismäßig kurz und ihre Festigkeit gegenüber der dynamischen Beanspruchung durch die Gaskräfte relativ gering.

Zur Verbesserung der Verschleißfestigkeit wird in der DE-20 46 862 A die Lauffläche des aus Magnesiumwerkstoff bestehenden Kolbens mit einer verschleißfesten metallischen Laufschrift, z.B. Chrom, versehen, die über eine Zwischenschicht aus Aluminium auf dem Kolbenkörper festhaften soll.

Bekannt ist auch, die Laufflächen mit einem verschleißfesten Überzug aus Aluminiumlegierung, Eisen, Graphit, Mangan, Nickel, Zinn, Blei, Kadmium oder Zink zu versehen oder Magnesium mit verschleißfesten Elementen wie Aluminium oder Silizium zu legieren. Zur Verbesserung der Festigkeit wird Magnesium mit Cer und Thorium legiert und der Kolben durch Schmieden mit entsprechender Lenkung des Faserverlaufs gefertigt (Firmenschrift Mahle KG und Elektron-Co. mbH, Stuttgart-Bad Cannstadt, 1948). Alle diese Maßnahmen haben aber bisher nicht ausgereicht, um aus Magnesiumwerkstoffen funktionstüchtige Kolben für Verbrennungsmotoren zu erzeugen. Aus der JP-63-042 338 A ist zwar ein Kolben für Verbrennungsmotoren bekannt, der aus einer mit 3 bis 30 Vol.-% Aluminiumoxid-Siliziumoxid-Fasern verstärkten Magnesiumlegierung besteht. Derartige Leichtmetallkolben haben jedoch bisher noch keinen Eingang in die Praxis gefunden, da sie einen relativ hohen abrasiven Verschleiß der Zylinderlaufbahn hervorrufen.

Es ist daher die Aufgabe vorliegender Erfindung, aus Magnesium bzw. Magnesiumlegierung gegossene Bauteile für Motoren und Fahrzeuge bereitzustellen, die eine ausreichende Verschleißfestigkeit bei geringer Reibung besitzen und/oder die den hohen Anforderungen an die Festigkeit gegenüber der dynamischen Beanspruchung, insbesondere beim Einsatz in Verbrennungsmotoren mit sehr hoher spezifischer Leistung, genügen.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in einem aus dem eingangs genannten Werkstoff bestehenden Bauteil, in dessen warmfester duktiler Matrix hartes feinlamellares eutektisches und massives primär ausgeschiedenes Magnesiumsilizid eingebettet ist. Ein solches Bauteil besitzt gegenüber einem aus einer herkömmlichen Aluminium-Silizium-Legierung gegossenen Bauteil eine vergleichsweise niedrigere Masse bei gleichzeitig ausreichender Warmfestigkeit und Verschleißfestigkeit sowie niedrigerer Reibung.

Der Zusatz von Magnesiumsilizid oder Silizium zu der Magnesium- bzw. Magnesiumlegierungsschmelze führt beim Erstarren zu einer Ausscheidung von feinlamellarem, eutektischem und massivem primär ausgeschiedenem Magnesiumsilizid, das bei hohen Bauteiltemperaturen gute Festigkeitseigenschaften, insbesondere Warmschwingfestigkeit, bewirkt.

Durch die Zugabe von 0,25 bis 7,0 Masse-% Magnesiumsilizid bzw. 0,1 bis 2,5 Masse-% Silizium zu der Magnesium- bzw. Magnesiumlegierungsschmelze entstehen Gefüge, die nach Art eines Netzwerks von Magnesiumsilizid des Eutektikums eine ausgezeichnete Festigkeit (Zusammenhalt) des Bauteils bei erhöhten Temperaturen hervorrufen und neben Magnesium überwiegend Magnesiumsilizid-Phase in feinlamellarer eutektischer Form enthalten.

Durch eine Zugabe von mehr als 3,6 Masse-% Magnesiumsilizid bzw. von mehr als 1,3 Masse-% Silizium zu der Magnesium- bzw. Magnesiumlegierungsschmelze entsteht ein bimodales Gefüge, das aus massivem primär ausgeschiedenem Magnesiumsilizid und Magnesium/Magnesiumsilizid-Eutektikum besteht und einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Warmfestigkeit leistet.

Nach der besonderen Ausführungsform der Erfindung enthält die Bauteilmatrix > 1 bis 50 Masse-%,

vorzugsweise 3 bis 50 Masse-%, Magnesiumsilizid.

Die aus Magnesium bzw. Magnesiumlegierungen gegossenen Bauteile enthalten alle Magnesiumsilizid in eutektischer und primärer Form und zwar vorzugsweise im Konzentrationsbereich von > 0,3 bis 18 Masse-% Silizium.

Die vorzugsweise in Betracht kommenden Magnesiumlegierungen bestehen aus 6 bis 9 % Aluminium, 0,13 % Mangan, 0,68 bis 0,7 % Zink, Rest Magnesium und 3,5 % Selten-Erden, 5,25 % Yttrium, 0,5 % Zirkonium, Rest Magnesium.

Im Rahmen der Ausgestaltung der Erfindung enthält die Bauteilmatrix bis zu 12 Masse-% Aluminium und/oder Zink, die durch Ausscheidungen die Kolbenfestigkeit erhöhen.

Eine Steigerung der Festigkeit, insbesondere Warmfestigkeit, ergibt sich durch den Zusatz von bis zu 16 Masse-% Silber.

Um den gelösten Wasserstoff zu gettern, kann die Bauteilmatrix noch bis zu 1 Masse-% Zirkonium und/oder Titan enthalten, die zusätzlich eine kornefeinende Wirkung hervorrufen.

Durch die Zugabe von bis zu 7 Masse-% eines oder mehrerer Selten-Erdmetalle wird die Kriechfestigkeit verbessert. Speziell durch den Zusatz von bis zu 7 Masse-% Lithium wird die Dichte des Magnesiumwerkstoffs herabgesetzt.

Die Aushärtung des gegossenen Bauteils kann erfindungsgemäß durch den Zusatz von bis zu 1 Masse-% eines oder mehrerer der Metalle Mangan, Kupfer, Kobalt, Nickel und Chrom beschleunigt werden.

In die Bauteilmatrix können keramische Fasern, vorzugsweise bestehend aus Aluminiumoxid, Siliziumkarbid, Kohlenstoff, Aluminiumnitrid oder Siliziumnitrid, eingebettet sein, wobei zweckmäßigerweise Faserformkörper angeordnet sind.

Die Erfindung ist im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen aus Kolbenboden (1) mit Brennraummulde (2), Ringpartie (3) und Schaftpartie (4) mit Kolbenbolzenbohrungen (5) bestehenden, aus Magnesium gegossenen Kolben für Verbrennungskraftmaschinen entlang der die Kolbenachse und die Kolbenbolzenachse umfassenden Ebene.

Bei dem in der Fotografie gemäß Fig. 2 in 200facher lichtmikroskopischer Vergrößerung dargestellten Gefügeausschnitt (X) aus der Matrix des Kolbens bilden ca. 50 Vol.-% massives primär ausgeschiedenes dunkelgrau gefärbtes Magnesiumsilizid (6), das von hellgrau gefärbtem Magnesium (7) mit darin eingelagertem feinelamellarem eutektischem Magnesiumsilizid umgeben ist.

Der Werkstoff besitzt die in nachfolgender Tabelle angeführten Eigenschaften. Im Vergleich dazu sind die gleichen Eigenschaften für eine übliche Aluminiumkolbenlegierung des Typs AlSi12CuNiMg angegeben.

Eigenschaften	G-AlSi12CuMgNi	Mg mit 35 Masse-% Mg <sub>2</sub> Si
Thermischer Ausdehnungskoeffizient ( $10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )	20,5 - 21,5	21
Wärmeleitfähigkeit ( $\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )	155	70
Dichte ( $\text{gcm}^{-3}$ )	2,70	1,8
E-Modul (GPa)	78	70

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, daß gegenüber den üblicherweise für die Kolbenherstellung eingesetzten Aluminium-Silizium-Legierungen die Dichte um wenigstens 30 % reduziert wird, wobei jedoch eine ähnliche, ausreichend große Warmfestigkeit erhalten bleibt.

#### Patentansprüche

1. Bauteile für Motoren und Fahrzeuge, insbesondere Kolben, Zylinder, Zylinderköpfe, Zylinderblöcke und Getriebegehäuse für Verbrennungsmotoren oder Kompressoren, die aus Magnesium bzw. Magnesiumlegierung durch Niederdruck-, Druck- oder Preßgießen hergestellt sind, dadurch gekennzeichnet, daß in der Matrix feinelamellares eutektisches (7) und massives primär ausgeschiedenes (8) Magnesiumsilizid eingebettet ist.
2. Bauteile nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Matrix > 1 bis 50 Masse-%, vorzugsweise 3 bis 50 Masse-%, Magnesiumsilizid eingebettet sind.
3. Bauteile nach den Ansprüchen 1 und 2, gekennzeichnet durch einen Zusatz von bis zu 12 Masse-% Aluminium und/oder Zink.
4. Bauteile nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Zusatz von bis

zu 16 Masse-% Silber.

5. Bauteile nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch einen Zusatz von bis zu 1 Masse-% Zirkonium und/oder Titan.

5

6. Bauteile nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch den Zusatz von bis zu 7 Masse-% Selten-Erdmetalle.

10

7. Bauteile nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch einen Zusatz von bis zu 1 Masse-% eines oder mehrerer der Metalle Mangan, Kupfer, Kobalt, Nickel und Chrom.

8. Bauteile nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch in der Matrix eingebettete keramische Fasern, vorzugsweise bestehend aus Aluminiumoxid, Siliziumkarbid, Kohlenstoff, Aluminiumnitrid oder Siliziumnitrid.

15

9. Bauteile nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern als Formkörper eingebettet sind.

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

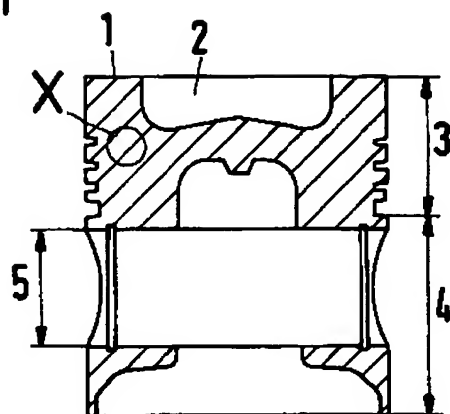
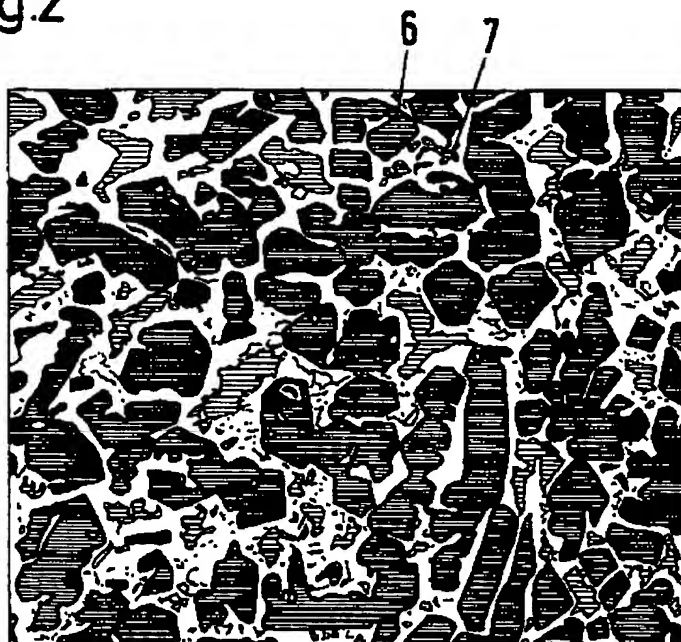


Fig.2





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 91 20 2112

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE					
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)		
Y	DE-C-392 022 (CHEMISCHE FABRIK GRIESHEIM-ELEKTRON) " insgesamt "	1,2	F 02 F 7/00 C 22 C 23/00 C 22 C 32/00		
Y	FR-A-568 584 (CHEMISCHE FABRIK GRIESHEIM-ELEKTRON) " insgesamt "	1,2			
Y	DE-C-397 346 (CHEMISCHE FABRIK GRIESHEIM-ELEKTRON) " insgesamt "	1,2			
A	DE-A-1 433 108 (KNAPSACK A.G.) " Ansprüche 1-8 "	1,2			
A	DE-A-1 433 108 ("Seite 8, Tabelle 1, Versuchsnummer 1 und Seite 9, Tabelle 2, Versuchsnummer 8 ")	1,7			
A	DE-A-1 433 108 ("Seite 9, Tabelle 2, Versuchsnummer 13" & GB-A-1 011 585)	1,3,5,7			
A	GB-A-1 034 227 (MAGNESIUM ELEKTRON LTD.) " Ansprüche 1,2 "	1-3,7			
A	US-A-3 162 552 (FOERSTER) " Ansprüche 1-4 "	1-3,7			
A	CS-A-134 915 (SATANEK) " insgesamt "	1,2			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt					
Recherchenort Den Haag		Abschlussdatum der Recherche 03 Januar 92	Prüfer LIPPENS M.H.		
<table border="0"><tr><td><b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td><b>E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</b> <b>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument</b> <b>L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument</b> <b>&amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</b></td></tr></table>				<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	<b>E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</b> <b>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument</b> <b>L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument</b> <b>&amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</b>
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X: von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y: von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	<b>E: älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</b> <b>D: in der Anmeldung angeführtes Dokument</b> <b>L: aus anderen Gründen angeführtes Dokument</b> <b>&amp;: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</b>				